

ALGUES DU LAC TITICACA ET DES LACS DE LA VALLÉE D'ICHU KHOTA (BOLIVIE)

A. ILTIS*

RÉSUMÉ. — 108 taxons d'algues d'eau douce ont été inventoriés dans la partie bolivienne du Lac Titicaca et dans cinq lacs situés dans les Andes orientales, les diatomées n'étant pas prises en compte dans cet inventaire. 76 % appartiennent aux Chlorophycées, 18 % aux Cyanophycées, 3 % aux Dinophycées et 3 % aux Chrysophycées. Cette flore possède un caractère cosmopolite très marqué.

SUMMARY. — 108 taxa of freshwater algae have been found in the bolivian part of the Lake Titicaca and five lakes located in the eastern Andes, Diatoms being not included in this study. 76 % are green algae, 18 % blue-green algae, 3 % Dinophyceae and 3 % Chrysophyceae. A very large part of the present species is constituted by widely distributed forms, cosmopolitan or subcosmopolitan.

MOTS CLÉS : Algues, eau douce, liste systématique, lacs de montagne, Bolivie.

I. — INTRODUCTION

Les algues de cette étude ont été récoltées dans la partie bolivienne du lac Titicaca et dans cinq lacs de montagne dans la vallée d'Ichu Khota située dans la cordillère orientale des Andes à environ 70 km au nord de La Paz.

Le lac Titicaca, situé à une altitude de 3810 m est composé de deux parties : le Grand Lac, d'une superficie de 7100 km² séparé du Petit Lac ou Huinamarca (1400 km²) par le détroit de Tiquina (800 mètres de large environ). On pourra se reporter aux travaux de BOULENGÉ et AQUIZE JAEN (1981), CARMOUZE et AQUIZE JAEN (1981), CARMOUZE et al. (1983), LAZZARO (1981) pour une bonne connaissance des caractéristiques de ce milieu. Les récoltes de phytoplancton ont été faites en cinq points de la partie bolivienne du Huinamarca, en trois points de la partie sud-est de la partie bolivienne du Grand Lac et en un point du détroit de Tiquina depuis la rive.

Les algues du lac Titicaca n'ont été l'objet à ce jour que d'un nombre limité de travaux (TUTIN, 1960, REYSSAC et DAO, 1977; RICHERSON et al., 1977; ACOSTO POLO et PONCE HERRERA, 1979).

* Hydrobiologiste ORSTOM, 24 rue Bayard, 75008 Paris.

Les cinq lacs de la vallée d'Ichu Khota sont situés à des altitudes s'étageant de 4310 à 4900 m, le cinquième lac situé de l'autre côté du col fermant la vallée est à environ 4850 m d'altitude. Les caractéristiques physico-chimiques de ces milieux ainsi que l'analyse de la flore diatomique du sédiment ont été décrites par SERVANT-VILDARY, (1982).

Dans l'ensemble de ces lacs, une série de prélèvements a été effectuée en novembre 1982. Ces travaux ont été effectués dans le cadre d'une convention entre l'Universidad Mayor de San Andrés (U.M.S.A.) à La Paz et l'ORSTOM-Paris pour l'étude géodynamique et limnologique des bassins situés sur les hauts plateaux des Andes boliviennes.

II. — POINTS DE RÉCOLTE

Les récoltes ont été faites en surface à l'aide d'un filet à plancton conique de 40 μ m de vide de maille puis fixées à 10 % environ à l'aide de formol du commerce.

Lac Titicaca

A) Petit Lac (Huainamarca). 16.11 et 7.12.1982.

1. En face de Huatajata ($16^{\circ} 14'$ lat., $68^{\circ} 41'$ long.). Phytoplancton à *Mougeotia* sp., *Closterium aciculare*, *Staurastrum gracile*, *Pediastrum duplex* var. *punctatum*, *Sphaerocystis schroeteri*, *Chlorohormidium subtile*, *Gomphosphaeria pusilla* et *Microcystis aeruginosa* dominants.

Zooplancton à Copépodes et Rotifères.

2. En face de Chua, partie la plus profonde du Petit Lac (environ 39 m) ($16^{\circ} 12'$ lat., $68^{\circ} 47'$ long.). Phytoplancton à *Closterium aciculare*, *Pediastrum duplex* var. *punctatum*, *Staurastrum gracile*, *Chlorohormidium subtile*, *Microcystis aeruginosa* et *Sphaerocystis schroeteri* dominants.

Zooplancton à Copépodes et Rotifères.

3. Au sud de l'île Paco, à l'est de l'île Pariti ($16^{\circ} 20'$ lat., $68^{\circ} 45'$ long.). Phytoplancton à *Closterium aciculare*, *Gomphosphaeria pusilla*, *Closterium diana* var. *arcuatum*, *Cosmarium subarctoum*, *Chlorohormidium subtile*, et *Microcystis aeruginosa* dominants.

Zooplancton à Copépodes et nombreux Rotifères.

4. A la pointe de la péninsule de Taraco ($16^{\circ} 25'$ lat., $68^{\circ} 57'$ long.). Phytoplancton à *Closterium aciculare*, *Chlorohormidium subtile*, *Microcystis aeruginosa* et *Staurastrum gracile* dominants.

Zooplancton à Copépodes et nombreux Rotifères.

5. Près de l'embouchure du Desaguadero ($16^{\circ} 32'$ lat., 69° long.). Mêmes dominances dans le phyto et zooplancton qu'à la station précédente.

B) Grand Lac. 8.12.1982

6. Au nord-ouest du détroit de Tiquina ($16^{\circ} 09'$ lat., $68^{\circ} 56'$ long.). Phytoplancton à *Chlorohormidium subtile*, *Closterium aciculare*, *Sphaerocystis schroe-*

teri, *Staurastrum gracile* et *Microcystis aeruginosa* dominants.

Zooplancton à Copépodes et Rotifères.

7. Près de l'île de la Lune (16° 02' lat., 69° 02' long.). Phytoplancton à *Chlorohormidium subtile*, *Closterium aciculare* dominants.

Zooplancton à Rotifères et nombreux Copépodes.

8. En face de Copacabana (16° 08' lat., 69° 07' long.). Mêmes dominances dans le phyto et le zooplancton qu'à la station précédente.

9. Tiquina, rives (16° 13' lat., 68° 50' long.). Feutrage à *Cladophora* sp.

Vallée d'Ichu Khota (16° 10' lat., 69° 07' long.). 18.11.1982

1. Premier lac (Khara Khota). Rive est. Altitude 4310 m. Phytoplancton à *Sphaerocystis schroeteri*, *Staurastrum valdiviense*, *S. varians*, *Staurodesmus pachyrhynchus*, *Volvox tertius* et *Peridinium willei* dominants.

Zooplancton à Copépodes et Rotifères.

2. Deuxième lac (Khotia). Rive sud près de l'émissaire. Altitude 4450 m. Phytoplancton à *Botryococcus braunii* et *Tolypothrix distorta* var. *penicillata* dominants.

Zooplancton à nombreux Copépodes et quelques Rotifères.

3. Troisième lac (Jankho Khota). Rive sud près de l'émissaire. Altitude 4690 m. Phytoplancton à *Gonatozygon monotaenium* et Diatomées dominants.

Zooplancton à Copépodes et Rotifères.

4. Quatrième lac. Petite nappe d'eau juste sous le glacier. Rive est. Altitude 4900 m. Phytoplancton à *Tolypothrix distorta* var. *penicillata*, *Zygnema* sp., *Spirogyra* sp. et Diatomées dominants.

Zooplancton peu dense à Copépodes.

5. Cinquième lac. Lac noir de l'autre côté du col. Rive nord. Altitude 4850 m. Phytoplancton à *Hyalotheca dissiliens*, *Closterium kuetzingii* var. *vittatum* et *Zygnema* sp. dominants.

Zooplancton peu dense à Copépodes et Cladocères.

III. — TAXONS RECENSÉS

Les taxons ont été classés selon l'ordre donné par les ouvrages de BOURRELLY (1970-1972-1981). Les espèces d'un même genre sont indiquées en suivant l'ordre alphabétique.

A) Chlorophycées

Volvocales

Volvocacées

Gonium pectorale Müller

Colonies subcarrées de 16 cellules. Cosmopolite (fig. 1).

Ichu Khota 3.

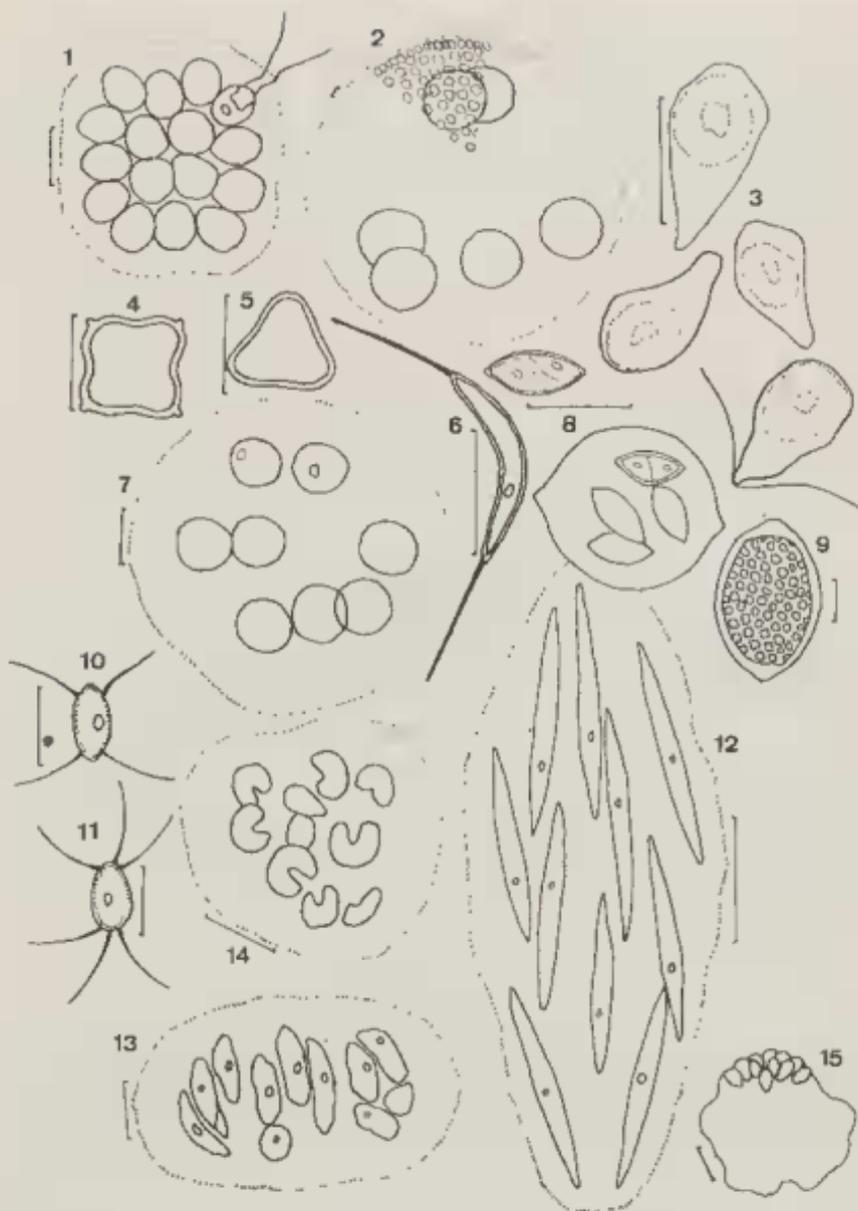


Planche I. — 1. *Gonium pectorale*; 2. *Volvox tertius*; 3. *Chlorangiella* sp.; 4. *Tetradron minimum* f. *apiculatum*; 5. *T. trilobulatum*; 6. *Schroederia setigera*; 7. *Sphaerocystis schroeteri*; 8. *Oocystis lacustris*; 9. *Eremosphaera* sp.; 10. *Chodatella quadriseta*; 11. *C. subsalsa*; 12. *Pseudoquadrigula* sp.; 13. *Nephrocytium agardhianum*; 14. *Kirchneriella obesa*; 15. *Botryococcus braunii*.

Pandorina morum (Müller) Bory

Colonies globuleuses. Cosmopolite.

Titicaca 1, 3, 4, 6, 7 et 8. Ichu Khota 3.

Volvox tertius Meyer.

Colonies sphériques de 260 à 350 μm de diamètre contenant 2 à 6 colonies filles de 50 à 60 μm de diamètre disposées sans ordre (fig. 2).

Ichu Khota 1.

Tetrasporales

Chlorangiellacées

Chlorangiella sp.

Cellules ellipsoïdales allongées de 10 à 14 μm de longueur sur 6 à 8 de largeur fixées sur des débris. Les zoospores biciliées sont piriformes isolées ou par groupes répartis dans le milieu.

Nos exemplaires, fixés au formol, n'ont pu être déterminés au point de vue spécifique (fig. 3).

Titicaca 1, 2, 4, 5, 6, 7 et 8.

Chlorococcales

Chlorococcacées

Tetraedron minimum f. *apiculatum* (Reinsch) De Toni

Petites cellules carrées de 10 μm de côté. Cosmopolite (fig. 4).

Titicaca 3, 4 et 8.

Tetraedron trilobulatum (Reinsch) Hansgörg

Petites cellules triangulaires de 10 μm de côté. Cosmopolite. KOMAREK et FOTT (1983) rattachent cette espèce à une forme sans aiguillon de *Treubaria setigera* (Arch.) G.M. Smith. Nous conservons ici l'ancienne appellation (fig. 5).

Titicaca 3.

Schroederia setigera (Schroeder) Lemmermann

Cellules arquées terminées par une longue soie. Cosmopolite (fig. 6).

Titicaca 1, 2 et 8.

Palmellacées

Sphaerocystis schroeteri Chodat.

Colonies sphériques de cellules rondes de 10 à 20 μm de diamètre. Cosmopolite (fig. 7).

Titicaca 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8. Ichu Khota 1, 2, 3, 4 et 5.

Oocystacées

Oocystis lacustris Chodat.

Cellules de 9 à 11 μm de longueur sur 6 à 8 μm de largeur. Cosmopolite (fig. 8).

Titicaca 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8. Ichu Khota 4 et 5.

Eremosphaera sp.

Cellules de 38 à 45 μm de longueur sur 24 à 30 μm de largeur. Paraît proche de *E. eremosphaeria* (G.M. Smith) R.L. Smith et Bold (fig. 9).

Titicaca 3, 4 et 5. Ichu Khota 4.

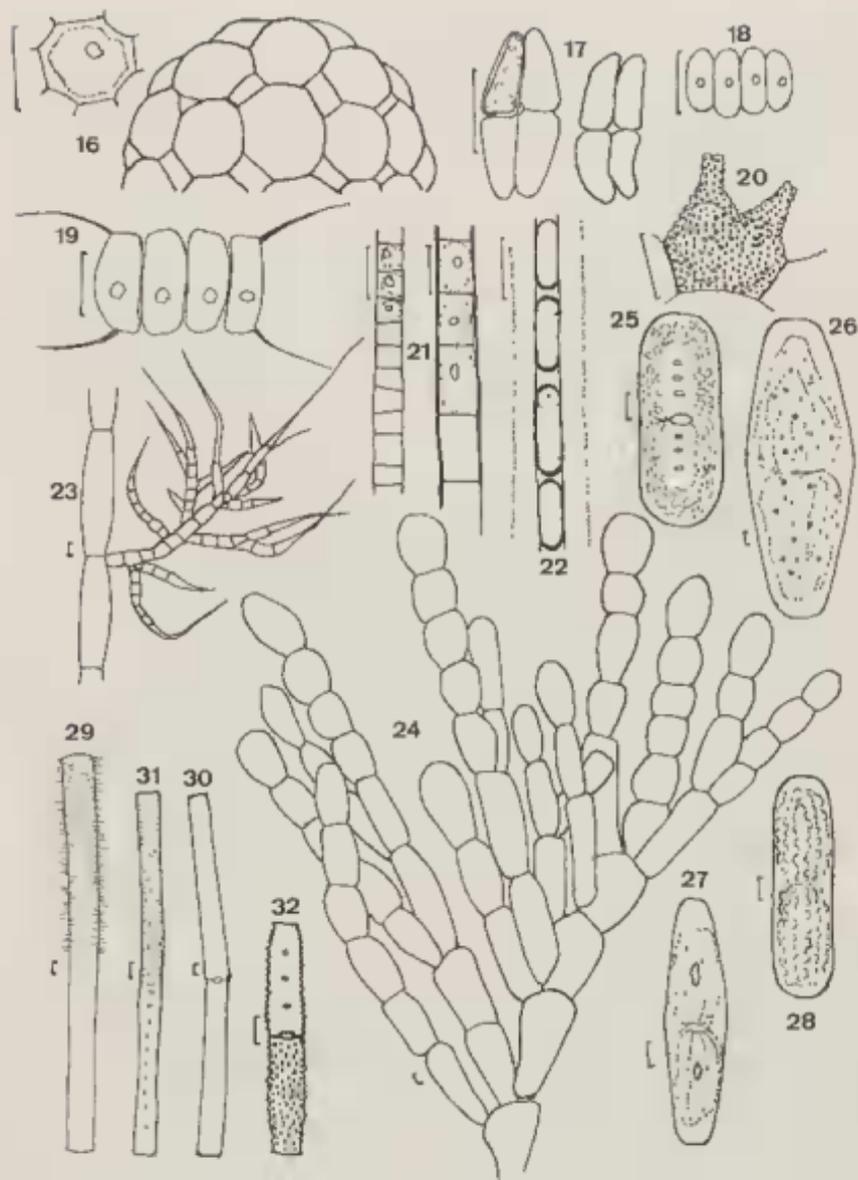


Planche II. — 16. *Coelastrum cruciatum*; 17. *Willea irregularis*; 18. *Scenedesmus ecorvis*; 19. *S. quadricauda*; 20. Cellule de *Pediastrum duplex* var. *punctatum*; 21. *Chlorohormidium subtile*; 22. *Planctonema lauterbornii*; 23. *Draparnaldia sparsifasciculata*; 24. *Cladophora* sp.; 25. *Cylindrocystis brebissonii*; 26. *Netrium digitus*; 27. *N. digitus* var. *naegeli*; 28. *N. oblongum* var. *cylindricum*; 29. *Gonatozygon aculeatum*; 30. *G. kishani*; 31. *G. monotaenium*; 32. *Gonatozygon* sp.

Chodatella quadriseta Lemmermann

Cellules de 10 μm de longueur pourvues de 2 soies à chaque pôle. Cosmopolite (fig. 10).

Titicaca 1, 2, 3, 4, 5 et 8.

Chodatella subsalsa Lemmermann

Cellules d'environ 10 μm de longueur pourvues de plusieurs soies à chaque pôle. Cosmopolite (fig. 11).

Titicaca 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.

Ankistrodesmus spiralis (Turner) Lemmermann.

Espèce cosmopolite.

Titicaca 1, 3, 4 et 5.

Pseudoquadrigula sp.

Cellules fusiformes de 15 à 18 μm de longueur sur 2,5 μm de largeur (fig. 12).

Titicaca 1, 2, 3, 4, 5, 7 et 8.

Nephrocytium agardhianum Nageli

Espèce cosmopolite (fig. 13).

Titicaca 1, 3, 4, 6, 7 et 8.

Kirchneriella obesa (W. West) Schmidle

Espèce cosmopolite (fig. 14).

Titicaca 4, 5 et 6.

Dictyosphaeriacées

Botryococcus braunii Kützing

Petites colonies de cellules ovoïdes. Cosmopolite (fig. 15).

Titicaca 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7. Ichu Khota 1, 2, 3, 4 et 5.

Dictyosphaerium pulchellum Wood

Colonies de cellules sphériques à ovoïdes de 8 à 13 μm de diamètre réunies par des tractus ramifiés.

Titicaca 1, 3, 6, 7 et 8.

Scenedesmacées

Coelastrum cruciatum Schmidle

Les cellules arrondies à sub-arrondies, environ 10 μm de diamètre, légèrement épaissies à leur sommet lorsqu'elles sont à l'extérieur du cénobe, sont reliées entre elles par 4 processus. Cette espèce signalée de Cuba, du Brésil, du Paraguay et de Tanzanie est probablement tropicale (fig. 16).

Titicaca 1, 2, 6 et 7.

Willea irregularis (Wille) Schmidle

Cellules de 10 μm de longueur sur 4 de largeur disposées en cénobes irréguliers de 2 ou 4 cellules (fig. 17).

Titicaca 1, 2, 3, 4 et 7. Ichu Khota 3.

Scenedesmus ecornis (Ralfs) Chodat

Cellules de 11 μm sur 4 sans ornementation. Cosmopolite (fig. 18).

Titicaca 1, 2, 3 et 4. Ichu Khota 4 et 5.

Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brebisson

Espèce cosmopolite (fig. 19).

Titicaca 1.

Hydrodictyales

Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini.

Cénobes sans méats à cellules externes bicornes. Espèce cosmopolite.

Titicaca 1, 2, 5, 6, 7 et 8. Ichu Khota 2.

Pediastrum duplex var. *punctatum* (Krieger) Parra

Cellules nettement ponctuées. Cosmopolite (fig. 20).

Titicaca 1 à 8.

Ulothricales

Ulothricacées

Chlorhormidium subtile (Kützing) Fott

Filaments à cellules subcarrées ou allongées de 4 à 9 μm de diamètre et de 4 à 24 μm de longueur. Le plaste pariétal à un seul pyrénioïde est arrondi. Cette espèce était très commune dans le lac Titicaca à l'époque de nos récoltes. Probablement cosmopolite. SILVA, MATTOX et BLACKWELL (1972) ont remplacé le nom générique par *Klebhormidium*; nous conservons ici l'appellation de FOTT (fig. 21).

Titicaca 1 à 8. Ichu Khota 1, 2, 3 et 5.

Planctonema lauterbornii Schmidle.Filaments de 3 à 3,5 μm de diamètre. Cosmopolite (fig. 22).

Titicaca 6, 7 et 8.

Chaetophorales

Chaetophoracées

Draparnaldia sparsifasciculata Prescott

Filaments principaux composés de cellules de 25 à 30 μm de diamètre et 80 à 155 μm de longueur rétrécies aux articulations. Cette espèce est décrite d'un étang de montagne du Montana aux États-Unis (fig. 23).

Ichu Khota 5.

Oedogoniales

Oedogoniacées

Oedogonium sp.Filaments stériles de 14 à 20 μm de diamètre.

Titicaca 3, 4, 5 et 6. Ichu Khota 2, 3, 4 et 5.

Bulbochaete sp.Filaments stériles de 28 μm de diamètre.

Ichu Khota 5.

Siphonocladales

Cladophoracées

Cladophora sp.Filaments ramifiés dans leur partie terminale. Les articles de 70 μm de dia-

mètre sont allongés et présentent de nombreux noyaux et un plaste pariétal avec de nombreux pyrénoides. Notre espèce apparaît très proche de *C. glomerata* (Linnaeus) Kützinger; toutefois nous n'avons pu observer les rhizoïdes et cette détermination devra être confirmée. Nos exemplaires ont été trouvés dans l'eau (très peu profonde) le long de la rive à Tiquina (fig. 24).

Titicaca 9.

Zygnématales

Zygnématacées

Spirogyra sp.

Filaments stériles de 12 à 26 μm de diamètre.

Titicaca 1, 3, 4, 5, 6 et 7. Ichu Khota 2, 3, 4 et 5.

Mougeotia sp.

Filaments stériles.

Titicaca 5, 6, 7 et 8. Ichu Khota 1, 3 et 4.

Zygnema ou *Zygnemopsis* sp.

Filaments stériles de 8 à 32 μm de diamètre.

Titicaca 1 et 3. Ichu Khota 2, 3, 4 et 5.

Mesotaeniacées

Cylindrocystis brebissonii Meneghini

Cellules de 82 à 88 μm de longueur sur 35 à 37 de largeur (fig. 25).

Ichu Khota 5.

Netrium digitus (Ehrenberg) Itzigs et Rothe

Cellules de 210 à 240 μm de longueur sur 72 à 76 de largeur (fig. 26).

Ichu Khota 4.

Netrium digitus var. *naegelii* (Brebisson) Krieger

Cellules de 104 μm sur 26 μm (fig. 27).

Ichu Khota 4.

Netrium oblongum var. *cylindricum* West et West

Cellule cylindrique de 102 μm sur 28 (fig. 28).

Ichu Khota 2.

Gonatozygon aculeatum Hastings

Cellules de 300 μm de longueur sur 17 de largeur. Cosmopolite (fig. 29).

Titicaca 1.

Gonatozygon kinahani (Archer) Rabenhorst

Cellules sans ornementation de 288 à 305 μm sur 16 à 17. Apex légèrement élargis (fig. 30).

Titicaca 9.

Gonatozygon monotaenium de Bary

Cellules à parois granuleuses de 185 à 270 μm sur 8 à 18 (fig. 31).

Ichu Khota 1, 2, 3 et 4.

Gonatozygon sp.

Un exemplaire de 86 μm de longueur sur 10 μm de largeur, à paroi ornées de forts granules. Trois pyrénoides par plaste (fig. 32).

Ichu Khota 4.

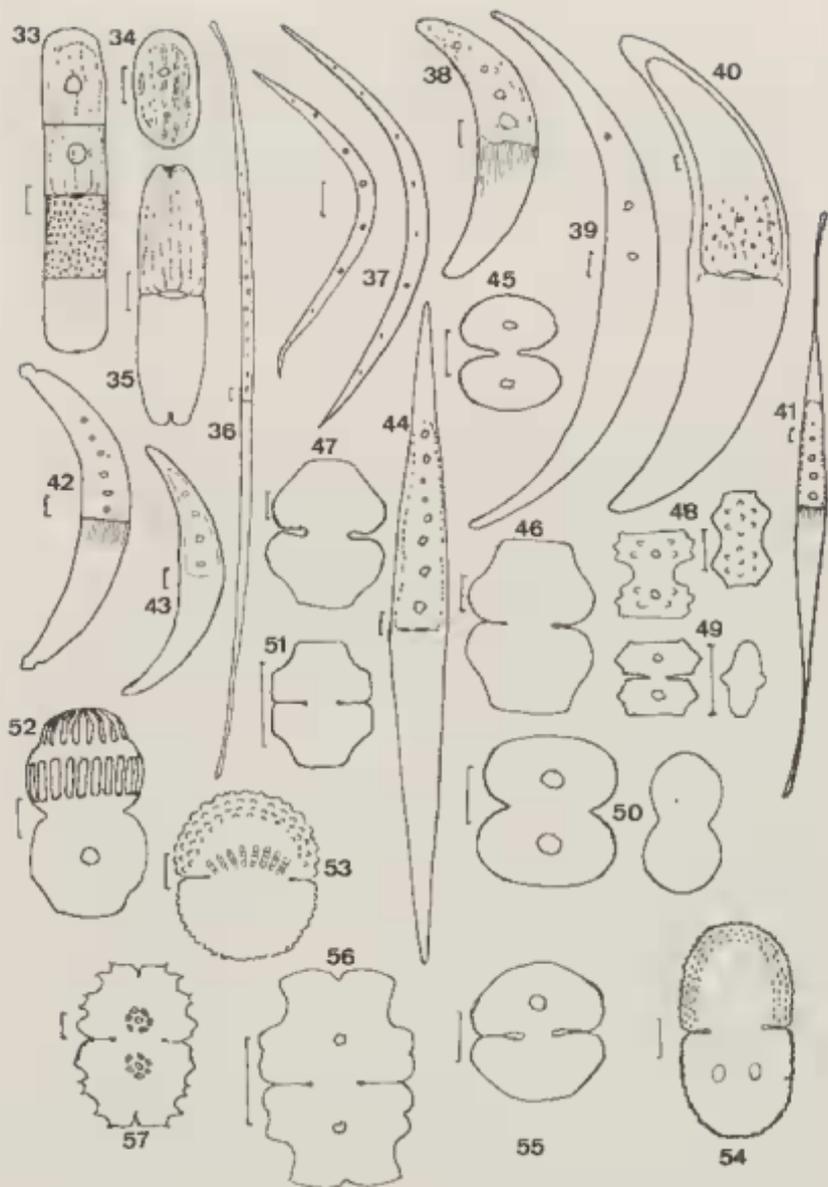


Planche III. — 33. *Penium margaritaceum*; 34. *P. polymorphum*, 35. *Tetmemorus laevis*; 36. *Closterium aciculare*; 37. *C. acutum* var. *variabile*; 38. *C. cynthia* var. *latum*; 39. *C. diana* var. *arcuatum*; 40. *C. ehrenbergii*; 41. *C. kuetzingii* var. *vittatum*; 42. *C. lagoense*; 43. *C. leibehilli*; 44. *C. cf. rectimarginatum* var. *majus*; 45. *Cosmarium contractum* var. *minusculum*; 46. *C. hammeri*; 47. *C. hammeri* var. *homalodermum*; 48. *C. novae-semilae* var. *sibiricum*; 49. *C. polygonum* var. *hexagonum*; 50. *C. subarctum*; 51. *C. trilobulatum*; 52. *C. sp. 1*; 53. *C. sp. 2*; 54. *C. pyramidatum*; 55. *C. sp. 3*; 56. *Euastrum insulare*; 57. *Euastrum* sp.



Desmidiacées

Penium margaritaceum (Ehrenberg) Brebisson

Cellules de 120 à 200 μm de longueur sur 29 à 32 μm de largeur. Cosmopolite (fig. 33).

Ichu Khota 3 et 4.

Penium polymorphum Perty

Cellules de 36 à 41 μm sur 18. Cosmopolite (fig. 34).

Ichu Khota 5.

Tetmemorus laevis (Kützing) Ralfs

Un seul exemplaire de 80 μm sur 24; apex large de 14 μm . Cosmopolite (fig. 35).

Ichu Khota 4.

Closterium aciculare T. West

Cellules de 500 à 900 μm de longueur sur 5 à 9 μm de largeur à paroi lisse. Chloroplastes à 13 à 18 pyrénoides. Cosmopolite (Fig. 36).

Titicaca 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8. Ichu Khota 2, 3 et 4.

Closterium acutum var. *variabile* (Lemmermann) Krieger

Cellules d'environ 95 μm sur 5. Cosmopolite (fig. 37).

Titicaca 2, 6, 7 et 8.

Closterium cynthia var. *latum* Schmidle

Cellules de 92 à 104 μm sur 20 à 22 à paroi striée. Cosmopolite (fig. 38).

Ichu Khota 3.

Closterium diana var. *arcuatum* (Brebisson) Rabenhorst

Cellules de 152 à 210 μm sur 18 à 24. Cosmopolite (fig. 39).

Titicaca 2, 3 4 et 5.

Closterium ehrenbergii Meneghini

Cellules de 292 à 320 μm sur 54 à 56 de diamètre. Cosmopolite (fig. 40).

Ichu Khota 3 et 4.

Closterium kuetzingii var. *vittatum* Nordstedt

Cellules de 460 à 520 μm sur 22 à 24 de diamètre. Paroi fortement striée (5 en 10 μm). Cosmopolite (fig. 41).

Ichu Khota 5.

Closterium lagoense Nordstedt

Un seul exemplaire trouvé de 160 μm de long sur 22 de diamètre. Espèce de régions chaudes mais signalée en Grande Bretagne et aux États-Unis (Washington et Colombie Britannique) (fig. 42).

Ichu Khota 5.

Closterium leibleinii Kützing

Cellules de 119 à 134 μm sur 18 à 20 de diamètre. Cosmopolite (fig. 43).

Ichu Khota 2, 3 et 4.

Closterium cf. *rectimarginatum* var. *majus* Kamat

Cellules de 260 à 320 μm de longueur sur 21 à 23 de largeur, le rapport L/l variant entre 11,8 et 14,5. Les apex sont arrondis et larges de 2 μm . Les marges latérales de la cellule sont droites du centre jusqu'aux pôles. La paroi

cellulaire est lisse. Il y a six à dix pyrénofides par hémisomate. Nos spécimens sont plus effilés que ceux décrits par KAMAT (1963) qui donne les dimensions suivantes : longueur : 300 à 400 μm , largeur : 30 à 40 μm , largeur des apex : 4 à 6 μm . Il subsiste donc un doute sur cette détermination.

Cette variété a été décrite d'après une récolte faite dans un petit étang dans la région de Kolhapur dans les Indes occidentales (fig. 44).

Titicaca 1, 3 et 4.

Cosmarium contractum var. *minutum* (Delp.) West et West

Petites cellules de 22 à 25 μm sur 20 à 21, isthme de 4 μm . Cosmopolite (fig. 45).

Ichu Khota 5.

Cosmarium hammeri Reinsch

Cellules de 48 à 52 μm sur 35 à 36; L/l = 1,4; isthme de 12 à 14 μm . Cosmopolite (fig. 46).

Ichu Khota 2 et 5.

Cosmarium hammeri var. *homalodermum* (Nordstedt) West et West

Cellules de 60 à 62 μm sur 52; L/l = 1,2; isthme de 20 μm ; épaisseur 30 μm . Cosmopolite (fig. 47).

Ichu Khota 3.

Cosmarium novae-zealandiae var. *sibiricum* Boldt

Petites cellules de 20 μm sur 12; isthme de 6 μm . Cosmopolite (fig. 48).

Ichu Khota 4.

Cosmarium polygonum var. *hexagonum* Grönblad

Petites cellules de 9 à 11 μm sur 10 à 11; isthme de 2,5 μm , épaisseur 5 μm ; un granule à chaque angle de l'hémisomate. Nous avons repris ici, comme PRESCOTT (1981), la dénomination de Grönblad sans suivre KRIEGER et GERLOFF (1965) (synonymie avec *C. pygmaeum* var. *apertum* Skuja). Variété probablement cosmopolite (fig. 49).

Titicaca 1.

Cosmarium subarcticum (Lagerheim) Raciborski

Cellules de 10 à 27 μm sur 12 à 23 de largeur; isthme de 6 à 13 μm . La taille de certains de nos spécimens est plus élevée que celles de la diagnose de KRIEGER et GERLOFF (1962) (10 à 22 μm sur 9 à 17). Cosmopolite (fig. 50).

Titicaca 1, 3, 4 et 5. Ichu Khota 3 et 5.

Cosmarium trilobulatum Reinsch

Cellules de 15 à 17 μm sur 12,5 à 14; isthme de 3,7 μm . Cosmopolite (fig. 51).

Titicaca 1 et 3.

Cosmarium sp. 1*

Cellules de 50 à 58 μm de longueur sur 34 à 36 de largeur; isthme de 24 à 28 μm . 28 à 32 côtes à la partie médiane de l'hémisomate. 20 à 21 à l'apex (fig. 52).

* Plusieurs Desmidiacées inventoriées ici feront l'objet d'une étude en microscopie électronique à balayage par COUTÉ et ILTIS.

- Ichu Khota 2, 3, 4 et 5.
- Cosmarium* sp. 2
Cellules de 52 à 60 μm sur 38 à 48; 8 à 10 côtes à la partie médiane de l'hémisomate. Ces spécimens pourraient être une variété de *C. quadrifarium* Lundell (fig. 53).
Ichu Khota 4 et 5.
- Cosmarium* sp. 3
Cellules de 66 μm sur 32, à isthme de 16 μm , à deux pyrénoides par hémisomate. Ornementation non vue (fig. 54).
Ichu Khota 4.
- Cosmarium* sp. 4
Une cellule de 30 μm sur 26 μm , isthme de 10 μm (fig. 55).
Ichu Khota 3.
- Euastrum insulare* (Wittrock) Roy
Cellules de 23 à 25 μm de longueur sur 14 à 17,5 de largeur; isthme de 3,5 à 4 μm . Cosmopolite (fig. 56).
Titicaca, 1, 3 et 5.
- Euastrum* cf. *subalpinum* var. *crassum* Messikommer
Cellules de 36 μm sur 28; isthme de 10 μm , soit une taille supérieure à celle du type de cette variété (21 sur 16 μm). Il existe de plus sur nos spécimens un pore bien visible au centre de la tumeur centrale de chaque hémisomate. Cette espèce paraît aussi assez proche de *E. pseudotuddalense* Messikommer (fig. 58).
Ichu Khota 5.
- Euastrum* sp.
Une cellule de 68 μm de longueur sur 44 de largeur; isthme de 12 μm . Sans doute proche du groupe *E. bidentatum* Nägeli (fig. 57).
Ichu Khota 4.
- Staurodesmus glaber* (Ehrenberg) Teiling
Cellules de 26 μm sur 32. Cosmopolite (fig. 59).
Ichu Khota 5.
- Staurodesmus mamillatus* (Nordstedt) Teiling
Cellules de 24 μm sur 24. Cosmopolite (fig. 60).
Ichu Khota 5.
- Staurodesmus pachyrhynchus* (Nordstedt) Teiling
Cellules de 42 à 48 μm de longueur sur 38 à 44 de largeur; isthme de 7 à 8 μm . Hémisomates à 3,4 ou 5 bras arrondis suivant les cellules. Cosmopolite (fig. 61).
Ichu Khota 1.
- Staurastrum brebissonii* var. *brevispinum* West
Cellules de 44 à 48 μm de longueur sur 41 à 44 de largeur munies de courtes épines. Isthme de 13 à 17 μm . Cosmopolite (fig. 62).
Ichu Khota 3.
- Staurastrum gracile* Ralfs

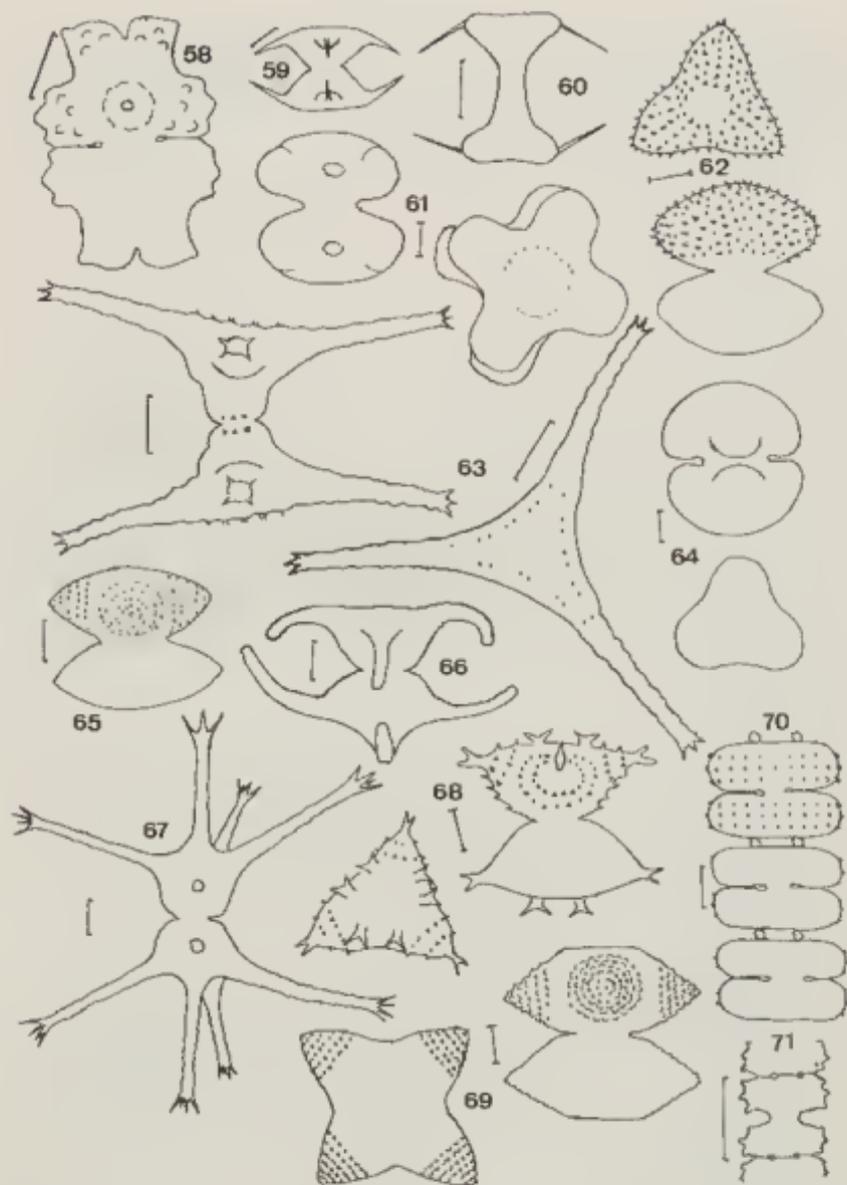


Planche IV. — 58. *Euastrum* cf. *subalpinum* var. *crassum*; 59. *Stawrodesmus* *glaber*; 60. *St. mamillatus*; 61. *S. pachyrhynchus*; 62. *Staurastrum brebissonii* var. *brevispinum*; 63. *S. gracile*; 64. *S. orbiculare*; 65. *S. punctulatum*; 66. *S. valdiviense*; 67. *St. stelliferum*; 68. *S. subavicula*; 69. *S. varians*; 70. *Sphaerocystidia vertebratum* var. *punctulatum*; 71. *Tellingia granulata*.

- Cellules de 29 à 35 μm de longueur et de 52 à 70 de largeur avec les processus. La longueur des bras apparaît très variable. Espèce cosmopolite (fig. 63).
Titicaca 1 à 8. Ichu Khota 2 et 5.
- Staurastrum orbiculare* (Ehrenberg) Ralfs
Les cellules de 44 μm sur 36 sont un peu plus petites que pour le type de l'espèce. Cosmopolite (fig. 64).
Ichu Khota 4.
- Staurastrum punctulatum* (Brebisson) Ralfs
Cellules de 28 à 32 μm de longueur sur 26 à 36 de largeur; isthme de 10 à 12 μm . Cosmopolite (fig. 65).
Ichu Khota 3 et 5.
- Staurastrum stelliferum* Borge
Cellules de 30 à 36 μm de longueur sans les processus, à 4 bras munis de 4 épines terminales par hémisomate; largeur totale 120 μm ; isthme de 10-13 μm . Comme pour les exemplaires signalés par TELL (1980) au nord-est de l'Argentine, l'ornementation basale des bras est variable et peut être lisse ou épineuse. Espèce signalée du Brésil et de l'Argentine (fig. 67).
Ichu Khota 1.
- Staurastrum subavicula* West et West
Cellules de 30 à 36 μm sur 34 à 39 μm avec les processus. Isthme de 10 μm . Cosmopolite (fig. 68).
Ichu Khota 3.
- Staurastrum valdiviense* Thomasson
Cellules de 28 sur 54 μm ; isthme de 10 à 12 μm ; bras dépourvus d'épines terminales. Espèce décrite des lacs de la Terre de Feu en Argentine (fig. 66).
Ichu Khota 1 et 4.
- Staurastrum varians* Raciborski
Cellules à hémisomates tri- ou quadriradiés d'une taille un peu plus élevée (42 à 48 μm sur 44 à 48, isthme de 18 μm) que pour le type de l'espèce. Cosmopolite (fig. 69).
Ichu Khota 1.
- Sphaerososma vertebratum* var. *punctulatum* West et West
Filaments de cellules de 18 à 20 μm sur 28 à 30, pourvues de trois rangées de granules; isthme de 8 à 10 μm . Cosmopolite (fig. 70).
Ichu Khota 3.
- Tetlingia granulata* (Roy et Bisset) Bourrelly
Filaments de cellules de 8 μm sur 9 portant 4 granules aux deux lobes de chaque hémisomate; isthme de 4 μm . Cosmopolite (fig. 71).
Ichu Khota 3.
- Desmidiium swartzii* Agardh
Filaments de cellules de 13 à 14 μm sur 34 à 36. Cosmopolite (fig. 72).
Titicaca 3.
- Hyalotheca dissiliens* (Smith) Brebisson
Filaments de cellules de 24 à 32 μm sur 28 à isthme peu marqué. Cosmopo-

polite (fig. 73).

Ichu Khota 1, 2, 3 et 5.

B) Chrysophycées

Ochromonadales

Dinobryacées

Dinobryon sociale Ehrenberg.

Logettes allongées de 32 à 36 μm de longueur et de 6 à 8 μm de largeur; kystes de 13 à 16 μm de diamètre. Cosmopolite (fig. 74).

Ichu Khota 3.

Epipyxis utriculus Ehrenberg

Logettes de 20 à 28 μm de longueur sur 8 à 9 de largeur. Cosmopolite (fig. 75).

Ichu Khota 5.

Monosigales

Salpingocacées

Salpingoeca frequentissima (Zacharias) Lemmermann

Logettes de 8 à 10 μm de longueur sur 3 à 4 de diamètre fixées sur les algues filamenteuses. Probablement cosmopolite (fig. 76).

Titicaca 1 à 8.

C) Dinophycées

Péridiniales*

Péridiniacées

Peridinium pusillum (Penard) Lemmermann

Cellules de 17 à 23 μm sur 12 à 18. Tabulation du type *conjunctum*. Cosmopolite (fig. 77).

Titicaca 1, 3, 4 et 5.

Peridinium willei Huitfeldt-Kaas

Cellules de 50 à 70 μm de longueur. Cosmopolite (fig. 78).

Titicaca 1 à 8. Ichu Khota 1, 2, 3 et 5.

Peridiniopsis cristatum var. *boliviense* Ilitis et Couté

Cellules ovoïdes de 32 à 40 μm sur 30 à 38. Variété halophile décrite du lac Poopo (fig. 79).

Titicaca 1, 3, 4, 5 et 6.

D) Cyanophycées

Chroococcales

Chroococcacées

Merismopedia tenuissima Lemmermann

Cellules de 1,5 à 2,5 μm de diamètre. Cosmopolite.

* Les Péridiniales de Bolivie ont fait l'objet d'une étude de ILTIS et COUTÉ (1984).

Titicaca 3 et 4.

Merismopedia glauca (Ehrenberg) Nägeli

Cellules de 3 à 5 μm de diamètre. Cosmopolite.

Ichu Khota 1, 2 et 3.

Merismopedia elegans A. Braun

Cellules de 5 à 6,5 μm de diamètre. Cosmopolite.

Titicaca 1 et 4.

Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli

Cellules d'environ 6 μm de diamètre. Espèce cosmopolite.

Titicaca 3 et 4.

Chroococcus turicensis (Nägeli) Hansgirg

Cellules de 12 à 16 μm de diamètre (fig. 80).

Ichu Khota 5.

Microcystis delicatissima (W. et G.S. West) Starmach

Colonies de cellules de 0,8 à 1 μm de diamètre. Cosmopolite.

Titicaca 1 à 8.

Microcystis elachista (W. et W.S. West) Compère

Colonies de cellules d'environ 2 μm de diamètre. Cosmopolite.

Titicaca 1 à 8. Ichu Khota 5.

Microcystis aeruginosa Kützing

Colonies de cellules de 3 à 6 μm de diamètre. Cosmopolite.

Titicaca 1 à 8.

Gomphosphaeria aponina Kützing

Colonies de cellules de 10 sur 7,5 μm . Cosmopolite (fig. 81).

Titicaca 3 à 5.

Gomphosphaeria pusilla (Van Goor) Komarek

Colonies de cellules de 3,5 à 5 μm sur 2 à 2,5 μm . Cosmopolite (fig. 82).

Titicaca 1 à 8.

Stigonématales

Stigonématacées

Stigonema tomentosum (Kützing) Hieronymus

Filaments d'environ 20 μm de diamètre, gaine brun-jaune. Cellules d'environ 10 μm de diamètre organisées en une seule rangée par filament. Probablement cosmopolite (fig. 83).

Ichu Khota 4 et 5.

Nostocales

Scytonématacées

Tolypothrix distorta var. *penicillata* (Ag.) Lemmermann

Trichomes de 9 μm de diamètre dans un filament de 11 à 12 μm avec un hétérocyste basal de 12 μm environ. Nous reprenons ici la dénomination donnée par GEITLER (1932) sans suivre GOLUBIC et KANN (1967) qui ont créé une espèce pour cette variété. STARMACH (1966) signale ce taxon sous le nom de *T. distorta* f. *penicillata* (Ag.) Kossinskaja (fig. 84).

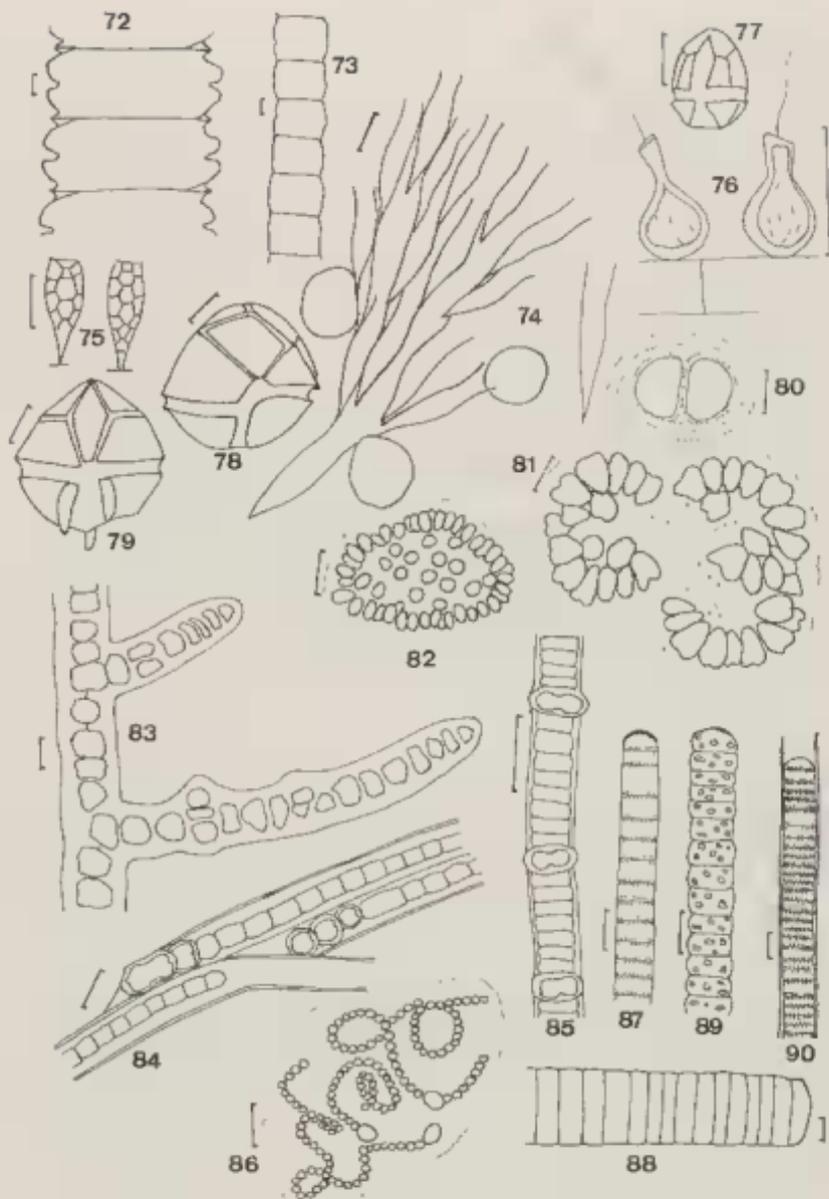


Planche V. — 72. *Desmidium swartzii*; 73. *Hyalotheca dissiliens*; 74. *Dinobryon sociale*; 75. *Epipyxis utriculus*; 76. *Salpingoeca frequentissima*; 77. *Peridinium pusillum*; 78. *P. willeyi*; 79. *Peridiniopsis cristatum* var. *boliviense*; 80. *Chroococcus turicensis*; 81. *Gomphosphaeria oponentia*; 82. *G. pusilla*; 83. *Stigonema tomentosum*; 84. *Tolypothrix distorta* var. *penicillata*; 85. *Nodularia harveyana* var. *sphaerocarpa*; 86. *Nostoc entophyllum*; 87. *Oscillatoria irrigua*; 88. *O. princeps*; 89. *O. lacustris*; 90. *Lyngbya hieronymusti*.

Ichu Khota 1, 2, 3, 4 et 5.

Nostocacées

Nodularia harveyana var. *sphaerocarpa* (Bornet et Flahault) Elenkin

Filaments de 6 à 7 μm de diamètre. Cosmopolite (fig. 85).

Titicaca 5, 6, 7 et 8.

Nostoc entophyllum Bornet et Flahault

Trichomes de 2 à 2,5 μm de diamètre. Cosmopolite (fig. 86).

Ichu Khota 5.

Nostoc paludosum Kützing

Trichomes de 3,5 μm de diamètre. Cosmopolite.

Ichu Khota 1.

Anabaena sp.

Filaments stériles de 5,5 à 6 μm de diamètre avec des hétérocystes sphériques de 6,5 à 7,5 μm de diamètre.

Titicaca 6 et 8. Ichu Khota 3 et 4.

Oscillatoriacées

Oscillatoria irrigua Kützing

Filaments de 8 μm de diamètre. Cellules de 4 à 6 μm de longueur pourvues de granulations au niveau des parois intercellulaires. Cosmopolite (fig. 87).

Titicaca 3 et 6. Ichu Khota 3.

Oscillatoria princeps Vaucher

Filaments de 33 à 38 μm de diamètre. Cellules de 5 à 7 μm de longueur. Cosmopolite (fig. 88).

Titicaca 1 et 3.

Oscillatoria lacustris (Klebahn) Geitler

Filaments de 9 à 11 μm de diamètre rétrécis aux articulations mais non réduits à la partie apicale. Présence de vacuoles gazeuses très nettes. Cellules de 3 à 5 μm de longueur (fig. 89).

Ichu Khota 3.

Lyngbya hieronymusii Lemmermann

Trichomes de 12 à 14 μm , non rétrécis aux articulations; filaments de 14 à 16 μm de diamètre. Les cellules de 2 à 4 μm de longueur sont pourvues de vacuoles gazeuses aux cloisons. Subcosmopolite (fig. 90).

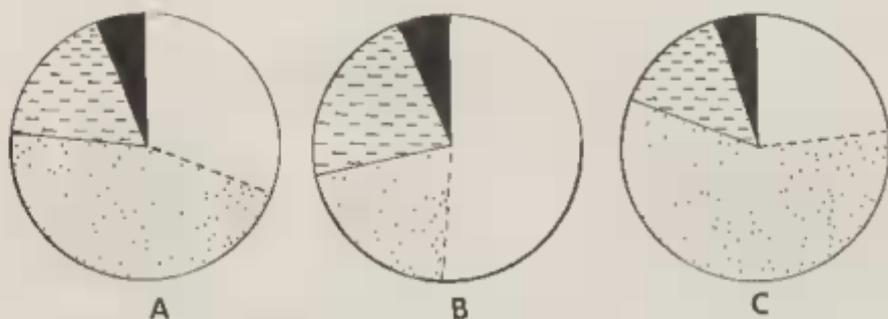
Titicaca 1 et 6.

V. — CONCLUSIONS

Les 108 taxons inventoriés dans la partie bolivienne du lac Titicaca et dans cinq lacs de la vallée d'Ichu Khota comprennent 76 % de Chlorophycées, 18 % de Cyanophycées, 3 % de Dinophycées et 3 % de Chrysophycées, les Diatomées n'étant pas prises en compte dans cet inventaire. Chez les 76 % de Chlorophycées, on observe 22 % d'Euchlorophycées, 8 % de filamenteuses (Ulothricophycées et Zygothricophycées) et 46 % de Desmidiées (Mesotaeniacées et Desmidiacées);

les Desmidiacées constituent à elles seules 38 % de la flore. Les Cyanophycées comportent 9 % de filamenteuses et 9 % d'autres. Les Chrysophycées comprennent deux formes épiphytes (une Salpingoëcaccée et une Dinobryacée) et une forme planctonique (une Dinobryacée); enfin, trois Périidiniacée représentent les Dinophycées.

Cinquante huit taxons ont été inventoriés dans le Titicaca et soixante-neuf dans les lacs d'Ichu Khota. Les proportions des différents groupes sont un peu différentes dans le lac Titicaca et dans l'ensemble des cinq lacs. Les Chlorophycées constituent 72 % de la flore dans le lac Titicaca (Euchlorophycées 41 %, filamenteuse 10 % et Desmidiées 20 %) et 81 % dans les autres (Euchlorophycées 13 %, filamenteuses 10 % et Desmidiées 58 %). Les Cyanophycées représentent 22 % de la flore dans le Titicaca (filamenteuses 8 %, autres 14 %) et 14 % dans les autres milieux (filamenteuses 10 %, autres 4 %); les Chrysophycées autres que les Diatomées et les Dinophycées ne constituent dans les deux cas que 2 à 5 % de la flore (schéma).



Composition relative de la flore. — A : dans l'ensemble des milieux étudiés; B : dans la partie bolivienne du lac Titicaca; C : dans les lacs de la vallée d'Ichu Khota. En blanc et pointillés, les Chlorophycées; en pointillés, les Desmidiées; en tiretés, les Cyanophycées et en noir, les Dinophycées et les Chromophytes autres que les Diatomées.

Il y a vingt taxons communs aux deux groupes de milieux (soit 18,5 %), seize Chlorophycées, trois Cyanophycées et une Dinophycée et on peut considérer que, à l'époque des récoltes, la flore du lac Titicaca a peu d'affinités avec celle des lacs moins étendus situés plus en altitude dans la chaîne des Andes. Toutefois, cette indication demande à être confirmée par l'inventaire des Diatomées encore inexistant actuellement.

Par ailleurs, il existe des différences entre les flores des cinq lacs d'Ichu Khota s'étageant entre altitudes de 4300 et 4900 m; des échantillonnages plus nombreux que ceux exécutés en novembre 1982 permettraient sans doute de déceler des variations de la flore en liaison avec l'altitude comme cela a été fait par SERVANT-VILDARY (1982) pour la flore diatomique des sédiments récents.

En conclusion, deux remarques peuvent être faites sur la composition de la flore algale des lacs d'altitude boliviens. En premier lieu, la dominance des Chlorophycées qui représentent environ les 3/4 des taxons présents, déjà observée par les quelques auteurs ayant analysé des récoltes de cette région (LAZZARO, 1981; REYSSAC et DAO, 1977) se trouve ici confirmée. Dans la partie péruvienne du lac Titicaca et dans les lacs avoisinants (TUTIN, 1940; RICHERSON et al., 1977; ACOSTA POLO et PONCE HERRERA, 1979; HEGEWALD et al., 1976; THOMASSON, 1956), cette dominance est identique. Parmi les Chlorophycées, les taxons les mieux représentés sont soit les Chlorococcales comme c'est le cas pour le lac Titicaca bolivien, soit les Desmidiées, comme c'est le cas pour les lacs d'Ichu Khota. D'après les études de LÖFFLER (1960), GILSON (1964), HEGEWALD et al. (1976) et l'inventaire réalisé ici, il apparaît que, dans les lacs d'altitude de cette région à basse concentration en sels dissous, les Desmidiées constituent le plus grand nombre de taxons tandis que dès que la teneur en sels dissous s'élève (Lac Titicaca bolivien, Lac Huaipo et La Salina au Pérou), le nombre de taxons appartenant aux Chlorococcales devient dominant.

La seconde caractéristique des peuplements d'algues étudiées ici est l'abondance des formes cosmopolites dans la flore. La quasi-totalité des taxons inventoriés a une très large distribution mondiale et espèces endémiques ou formes tropicales sont très rares; ce phénomène a été observé par GESSNER (1955) au Venezuela et signalé par LÖFFLER (1964). Cependant les indices de BOURRELLY (1957) destinés à caractériser les flores des régions tropicales et calculés d'après les proportions de certains genres de Desmidiées sur l'ensemble des taxons présents de ce groupe, restent assez élevés : 8,3 % pour les rapports Desmidiées filamenteuses et Desmidiées filamenteuses plus *Pleurotaenium* (ce genre est absent dans nos récoltes) sur le total des Desmidiées pour le lac Titicaca et 7,5 % pour les lacs d'Ichu Khota; 16,7 % pour le rapport *Pleurotaenium* plus *Euastrum* plus Desmidiées filamenteuses sur le total des Desmidiées dans le lac Titicaca et 12,5 % dans les lacs d'Ichu Khota.

Ce sont des valeurs qui sont de l'ordre de celles trouvées pour les flores des collections d'eau du Brésil (BOURRELLY, 1957) ou de la zone soudano-sahélienne en Afrique (ILTIS, 1973; COMPERE, 1983). Des études plus complètes de la flore algale des eaux andines devraient permettre de préciser les caractères et de déceler ses affinités avec les autres flores connues.

Signalons enfin que, bien qu'aucun recensement ait pu être effectué à ce jour dans nos échantillons, les Diatomées sont apparues peu nombreuses dans le plancton du lac Titicaca, comme l'ont signalé déjà plusieurs auteurs (trois taxons cités par THOMASSON, 1956; neuf par RICHERSON et al., 1977). Dans les lacs d'Ichu Khota, les Diatomées paraissent plus nombreuses et plus diversifiées. De plus, dans tous ces milieux où il existe en général une végétation immergée bien développée, l'étude du périphyton n'a pas été systématiquement abordée.

BIBLIOGRAPHIE

- ACOSTA POLO, J., PONCE HERRERA, A., 1979 — Las algas superficiales del Lago Titicaca (Dptment de Puno, Peru). Universidad Nacional Federico Villareal. Centro de Investigaciones Pesqueras. Lima 1 : 5-40, 5 pl.
- AGASSIZ, A., GARMAN, S.W., 1876 — Exploration of the Lake Titicaca. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harv.* 3, 273 and 349.
- BOULANGE, B., AQUIZE JAEN, E., 1981 — Morphologie, hydrographie et climatologie du lac Titicaca et de son bassin versant. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 14 (54) : 269-287.
- BOURRELLY, P., 1957 — Algues d'eau douce du Soudan français, région du Macina (A.O.F.). *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 19 (4) : 1047-1102, 21 pl.
- BOURRELLY, P., 1972-1981-1970 — Les algues d'eau douce. I. Algues vertes, II. Algues jaunes et brunes, III. Algues bleues et rouges. N. Boubée, Paris : 572 p., 517 p. et 512 p.
- CARMOUZE, J.P., AQUIZE JAEN, E., 1981 — La régulation hydrique du lac Titicaca et l'hydrologie de ses tributaires. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 14 (4) : 311-328.
- CARMOUZE, J.P., AQUIZE, E., ARZE, C., QUINTANILLA, G., 1983 — Le bilan énergétique du lac Titicaca. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 16 (2) : 135-144.
- COMPÈRE, P., 1983 — The phytoplankton in Lake Tchad. Carmouze, Durand et Lévêque ed., *Monographiae Biologicae* n° 53, Junk, The Hague : 145-152.
- CROASDALE, H., BICUDO, C.E. de M., PRESCOTT, G.W., 1983 — A synopsis of North American Desmids. Part 2. Desmidiaceae. Placodermatae. Sect. 5 University of Nebraska Press, Lincoln and London : 117 p.
- FOREST, H.S., 1956 — A study of the Genera *Draparnaldia* Bory and *Draparnaldopsis* Smith and Klyver. *Castanea* 21 (1) : 1-29.
- FOTT, B., KALINA, T., 1962 — Über die Gattung *Eremosphaera* De Bary und deren taxonomische Gliederung. *Freshw.* 34 : 348-358.
- GEITLER, L., 1930-1932 — Cyanophyceae. In : RABENHORST's Kryptogamen-Flora. Akad. Verlagsgesellschaft MBH. Leipzig, 16 : 1196 p.
- GESSNER, F., 1955 — Die limnologischen Verhältnissen in den Seen und Flüssen von Venezuela. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 12 : 284-295.
- GILSON, H.C., 1939 — The Percy Sladen Trust Expedition to lake Titicaca in 1937. *Trans. Linn. Soc. London*, 36 ser., 1 (1) : 1-116.
- GILSON, H.C., 1964 — Lake Titicaca. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 15 : 112-127.
- GOLUBIC, S., KANN, E., 1967 — Zur Klärung der taxonomischen Beziehungen zwischen *Tolythrix distorta* Kützing und *T. penicillata* Thuret (Cyanophyta). *Schweizerzeit. für Hydrologie* 29 (1) : 145-160.
- HEGEWALD, E., ALDAVE, A., HAKULI, T., 1976 — Investigations on the lakes of Peru and their phytoplankton. 1. Review of literature, description of the investigated waters and chemical data. *Arch. Hydrobiol.* 78 (4) : 494-506.
- HINDAK, F., 1977 — Studies on the Chlorococcal algae (Chlorophyceae). I. *Biologicke Prace.* 23 (4) : 190 p.
- HINDAK, F., 1980 — Studies on the Chlorococcal algae (Chlorophyceae). II. *Biologicke Prace.* 26 (6) : 195 p.
- HUBER-PESTALOZZI, G., 1941 — Das Phytoplankton des Süßwassers : Chrysophyceen. Farblose Flagellaten. Heterokonten. Schweizerbart Verlags. Stuttgart, 2 (1) : 366 p.
- ILTIS, A., 1973 — Algues des eaux natronées du Kanem (Tchad) : 2ème partie. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.* 7 (1) : 25-54.

- ILTIS, A., COUTÉ, A., 1984 — Péridiniales (Algae, Pyrrophyta) de Bolivie. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 17 (4) : sous presse.
- KAMAT, N.D., 1963 — The Algae of Kolhapur, India. *Hydrobiologia* 22 (3-4) : 209-305.
- KOMAREK, J., 1983 — Contribution to the Chlorococcal Algae of Cuba. *Nova Hedwigia* 37 : 65-180.
- KOMAREK, J., FOTT, B., 1983 — Chlorophyceae. Chlorococcales. In : Das Phytoplankton des Süßwassers, HUBER-PESTALOZZI ed. Die Binnengewässer 16. Schweizerbart. Verlag. Stuttgart, 7 (1) : 1044 p.
- KRIEGER, W., 1937 — Die Desmidiaceen. In : RABENHORST's Kryptogamen-Flora. Akad. Verlagsgesellschaft M.B.H. Leipzig, 1 Teil : 712 p, 96 pl.
- KRIEGER, W., GERLOFF, J., 1962-1969 — Die Gattung *Cosmarium*. L. 1, 2 et 3. J. Cramer, Weinheim. Vol. 1 : pp. 1-112, 22 pl.; Vol. 2 : pp. 113-240, 19 pl.; Vol. 3 : pp. 241-410, 28 pl.
- LAZZARO, X., 1981 — Biomasses, peuplements phytoplantoniques et production primaire du lac Titicaca. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 14 (4) : 349-380.
- LÖFFLER, H., 1960 — Limnologische Untersuchungen an Chilenischen und Peruanischen Binnengewässern. *Arkiv. för Geofysik* 3 : 155-254.
- LÖFFLER, H., 1964 — The limnology of tropical high-mountain lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 15 : 176-193.
- MONHEIM, F., 1956 — Beiträge zur Klimatologie und Hydrologie des Titicaca-beckens. *Heidelb. Geogr. Arb.* 1 : 1-152.
- PARRA BARRIENTOS, O.O., 1979 — Revision der Gattung *Pediastrum* Meyen (Chlorophyta). *Bibliotheca phycologica* 48, Cramer, Vaduz, 183 p., 55 pl.
- PRESCOTT, G.W., CROASDALE, H.T., VINYARD, W.C., 1972 — Desmidiaceae, Part. I : Saccodermatae, Mesotaeniaceae. In : North American Flora, The New York Botanical Garden, ser. 2 (6) : 84 p.
- PRESCOTT, G.W., CROASDALE, H.T., VINYARD, W.C., 1975-1977 — A synopsis of North American Desmids. Part 2. Desmidiaceae : Placodermatae. Sect. 1 et 2. University of Nebraska Press, Lincoln and London : 275 et 413 p.
- PRESCOTT, G.W., CROASDALE, H.T., VINYARD, W.C., BICUDO, C.E. de M., 1981 — A synopsis of North American Desmids. Part 2. Desmidiaceae, Placodermatae. Sect. 3. University of Nebraska Press, Lincoln and London : 720 p.
- PRESCOTT, G.W., BICUDO, C.E. de M., VINYARD, W.C., 1982 — A synopsis of North American Desmids. Part 2. Desmidiaceae : Placodermatae. Sect. 4. University of Nebraska Press, Lincoln and London : 700 p.
- PRINTZ, H., 1964 — Die Chaetophorales der Binnengewässer. Junk, Den Haag : 376 p.
- REYSSAC, J., DAO, N.T., 1977 — Sur quelques pêches de phytoplancton effectuées dans le lac Titicaca (Bolivie-Pérou) en décembre 1976. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.* 11 (4) : 285-289.
- RICHERSON, P.J., WIDMER, C., KITTEL, T., LANDA, A., 1975 — A survey of the physical and chemical limnology of Lake Titicaca. *Vehr. Internat. Verein. Limnol.* 19 : 1498-1503.
- RICHERSON, P.J., WIDMER, C., KITTEL, T., 1977 — The limnology of Lake Titicaca (Peru-Bolivia), a large high altitude tropical lake. *Inst. Ecology. Univ. California, Davis*, 14 : 78 p.
- RUZICKA, J., 1977-1981 — Die Desmidiaceen Mitteleuropas. 1. Schweizerbart's Verlagsbuchhandlung. Stuttgart 1 : 292 p., 44 pl.; 2 : 293-736, pl. 45-117.
- SERVANT-VILDARY, S., 1982 — Altitudinal zonation of mountainous Diatom flora in

- Bolivia : application to the study of the Quaternary. *Act. Geol. Acad. Sc. Hungar.* 25 (1-2) : 179-210.
- SILVA, P.C., MATTOX, K.R., BLACKWELL, W.H., 1972 — The generic name *Hormidium* as applied to Green Algae. *Taxon* 21 (5-6) : 639-645.
- SKUJA, H., 1956 — Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. *Nov. Act. Reg. Soc. Sc. Upsal.*, 4, 16 (3) : 404 p., 63 pl.
- SMITH, G.M., 1944 — A comparative study of the species of *Volvox*. *Trans. Amer. Micr. Soc.* 63 (4) : 265-310.
- STARMACH, K., 1966 — Cyanophyta-Sinice. Flora słodkowodna polski, Warszawa, 2 : 806 p.
- TEILING, E., 1967 — The desmid genus *Staurodesmus*. *Ark. f. Botanik*, 6-11 : 467-629, 31 pl.
- TELL, G., 1980 — Le genre *Staurostrum* (Algues, Chlorophycées, Desmidiées) dans le nord-est de l'Argentine. *Bull. Mus. nat. Hist. nat., Paris*, 4ème sér., 2 : 145-207.
- THOMASSON, K., 1956 — Reflections on Arctic and Alpine Lakes. *Oikos* 7 (1) : 117-143.
- TUTIN, T.G., 1940 — The Algae. In : Reports of the Percy Sladen Trust expedition to lake Titicaca. 1937. *Trans. Linn. Soc. London*, 3è ser., 1 (11) : 191-202.
- UHERKOVICH, G., 1966 — Die *Scenedesmus* - Arten Ungarns. Akadémiai Kiad Budapest : 173 p.
- VAN DEN HOEK, C., 1963 — Revision of the european species of *Cladophora*. E.J. Brill, Leiden, 248 p., 55 pl.
- VIDMER, C., KITTEL, T., RICHERSON, P.J., 1975 — A survey of the biological limnology of Lake Titicaca. *Vehr. Internat. Verem. Limn.* 19 : 1504-1510.

(accepté le 6 juillet 1984)